

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/030852 A1

(51) 国際特許分類: B22F 5/08

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012723

(22) 国際出願日: 2003 年 10 月 3 日 (03.10.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-292287 2002 年 10 月 4 日 (04.10.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立粉末冶金株式会社 (HITACHI POWDERED METALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒270-2295 千葉県 松戸市 稔台 5 2 0 番地 Chiba (JP). 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都 港区 南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山西 祐司 (YAMANISHI, Yuji) [JP/JP]; 〒270-2231 千葉県 松戸市 稔台 1 0 1 8-2 Chiba (JP). 佐藤 良治 (SATO, Ryoji) [JP/JP]; 〒270-1432 千葉県 白井市 富士 1 9 8-2 1 Chiba (JP). 石井 啓 (ISHII, Kei) [JP/JP]; 〒277-0923 千葉

県 東葛飾郡 沼南町塚崎 3 丁目 9 番 8 号 Chiba (JP). 荒川 友明 (ARAKAWA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒340-0022 埼玉県 草加市 瀬崎町 4 8 4-1 1-3 0 6 Saitama (JP). 山田 淳一 (YAMADA, Jun-ichi) [JP/JP]; 〒237-0112 千葉県 鎌ヶ谷市 東中沢 1 丁目 1 番 2 9-4 1 0 号 Chiba (JP). 筒井 唯之 (TSUTSUI, Tadayuki) [JP/JP]; 〒273-0023 千葉県 松戸市 八ヶ崎 7 丁目 3 番 1 5 号 Chiba (JP). 藤原 昭 (FUJIWARA, Akira) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央一丁目 4 番 1 号 株式会社 本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和 (MIYOSHI, Hidekazu); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門 1 丁目 2 番 3 号 虎ノ門第一ビル 9 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, US.

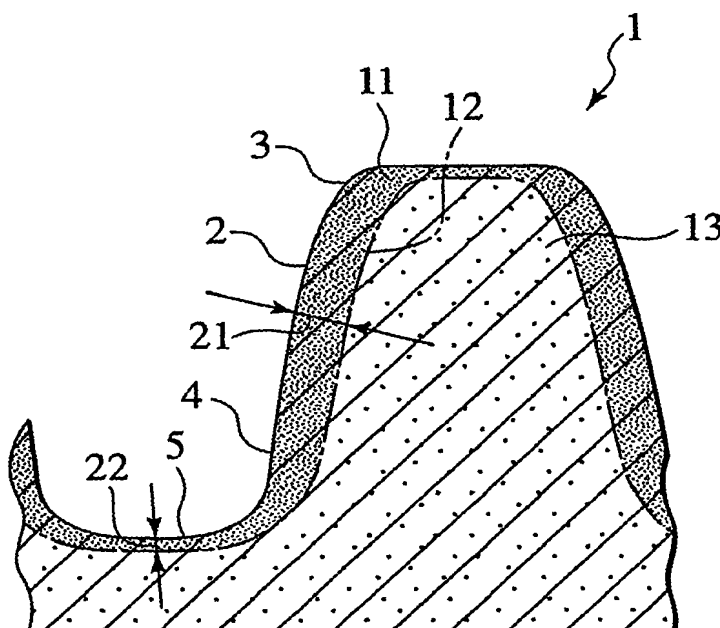
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SINTERED GEAR

(54) 発明の名称: 焼結歯車



(57) Abstract: A sintered gear made of sintered alloy with a metallic matrix and pores. Tooth faces (2, 3, 4) and bottom land faces (5) have dense layers (11) having porosity of 10% or more less than that of the sintered alloy. The dense layer of the tooth faces has a thickness of 300-1,000 μm , the dense layer of the bottom faces has a thickness of 10-300 μm , and the dense layers are continued from the tooth flank side to the bottom land side substantially without a step at the boundary face.

(57) 要約: 金属マトリクスと気孔とを有する焼結合金からなる焼結歯車である。歯の歯面 (2, 3, 4) 及び歯底面 (5) に焼結合金より気孔率を 10% 以下に低下させた稠密化層 (11) を有し、歯面の稠密化層は 300 ~ 1000 μm の厚さで形成され、歯底面の稠密化層は 10 ~ 300 μm の厚さで形成され稠密化層の界面は実質的に段差がないように歯面側から歯底面側へ連続している。

30 MAR 2005

明 細 書

焼結歯車

5 技術分野

本発明は、金属粉末を加圧成形し焼結することによって製造される焼結歯車に関し、凸歯同士が噛み合う通常の歯車の他、チェーン巻掛車などの動力伝導車を包含する。特に、サイレントチェーン用スプロケットホイール等を含む強度と静音性とを必要とされる焼結歯車に関する。

10

背景技術

焼結歯車は、一般に金属粉末を充填した金型をパンチで上下方向から圧縮成形することによって得られる歯車形状の圧粉体を焼結したものである。このような焼結歯車は、安価に大量生産が可能なことから、各種用途に向けて多様な製品として提供されている。焼結歯車は、その製造方法に由来して金属マトリクス中に気孔が残留する。従って、歯車を形成する材料の密度は真密度より低く、真密度をもつ一般の溶製鋼の歯車に比べて強度が低下するという問題がある。この問題に対して、従来においては、溶製鋼歯車の材料より高いグレードの材料を用いることによって強度不足を補ったり、製造工程において成形及び焼結を二度行う（成形、仮焼結、二次成形及び焼結）2P-2S法を採用したり、粉末を温間で成形する温間成形技術等を適用して高密度化することによって対応してきた。

20

しかし、近年において、低価格化に対する要求がより一層高まり、高グレードの材料の使用や複雑な製造工程の適用は、この要求に対応する上で極めて不利であり、問題の解決を困難にする。このため、安価な材料を用いて簡易な製造方法

によって製造することができ、且つ、強度の高い焼結歯車が求められている。

この点に関して、粉末金属素材をプレスし焼結して形成される歯車の歯、歯元及びフランクの領域を表面硬化させて少なくとも $380\text{ }\mu\text{m}$ の深さまで 90 乃至 100 % の範囲の稠密を確立した歯車が提案されている（例えば、特表平 6-501988 号公報、第 2～3 頁、図 1 参照）。

他方、歯車は、相手部材の歯やチェーンと噛み合って回転することにより動力を伝達する部材であり、歯車の噛合部における接触、摩擦は騒音を発生する。この騒音を抑制し、静音性を高めた歯車を求める要求も強くなってきている。

本発明は、上記のような要望に応え、低コストで容易に製造でき、静音性の高い焼結歯車を提供することを目的とする。

発明の開示

上記課題を解決するために、本発明の焼結歯車は、金属マトリクスと気孔とを有する焼結合金からなる焼結歯車であって、歯の歯面に $300\sim1000\text{ }\mu\text{m}$ の厚さで形成され気孔率を 10 % 以下に低下させた第 1 の稠密化層と、歯底面に $10\sim300\text{ }\mu\text{m}$ の厚さで形成され気孔率を 10 % 以下に低下させた第 2 の稠密化層とを有し、前記第 1 の稠密化層の界面と前記第 2 の稠密化層の界面とは実質的に段差がないように連続していることを要旨とする。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係る焼結歯車の一実施形態を示す部分断面図である。

図 2 は、本発明に係る焼結歯車の製造プロセスにおける成形工程を示す説明図である。

図 3 は、焼結歯車の製造プロセスにおける成形工程を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

歯車同士の噛合いや歯車によるチェーンへの動力伝達において、歯が転がり接触することにより応力が発生する。転がり接触による応力が最大となる位置（応力集中部と称する）は、歯面つまり転がり接触する面（歯元面～歯末面）の面上ではなく、表面より少し内部にある。このため、金属粉末の成形及び焼結によって得られる焼結歯車において、歯面の表層部分を内部（コア）より気孔率が低くなるように稠密化して適切な厚さの稠密化層を設けることによって、転がり接触による歯の疲労強度を高めることができる。焼結歯車は、一般的に気孔率（容積比）が85～90％程度の焼結体で構成され、本発明において稠密化加工は、気孔率が10％以下に減少するように施し、稠密化層の厚さ（稠密化層と歯車のコア部分との界面の表面からの深さ）が300～1000 μ mとなるように形成する。気孔率が10％を越える状態では疲労強度が十分に得られない。つまり、本発明において稠密化層は気孔率が10％以下に減少した部分を意味する。稠密化層は表面から内部に向かって気孔率が高くなる傾向があり、稠密化層の気孔率は稠密化層の表面から内部までの平均値で表す。稠密化層の厚さが300 μ m未満であると、応力集中部が稠密化層より深い位置となり、疲労強度は改善されない。又、厚さが1000 μ mを越えても、それ以上に効果が得られるわけではないので、無意味である。

上記のような稠密化層の形成は、歯車の静音化に利用することもできる。以下に稠密化層による静音化について説明する。

歯車の気孔率が全体に均一である場合、歯車の噛合いにより歯面で発生する振動は、焼結合金のマトリクスを通じて、歯車が貫挿されるシャフトに伝達される。これに比べ、前述のように歯の表層部に密度の高い稠密化層を設けると、表層部と内部とで気孔率に差が生じ、振動は密度の高い部分を選択的に伝導し易くなる

ため、シャフト方向に伝達される振動は少なくなり減衰し易くなる。振動発生位置から稠密化層を通じて伝播する振動は歯車表面に沿って拡散し、伝播と共に徐々に減衰する。振動伝播の選択性は、静音性の向上において重要であり、稠密化層の最表面と内部のコア部分との気孔率の差が大きいほど選択性が向上し、この

5 気孔率の差が約7%以上であるのが好ましい。この点を考慮すると、焼結歯車のコア部分を構成する焼結体の気孔率は10～15%程度、稠密化層の気孔率は1～9%程度であるものが加工容易性及び全体的な強度バランス等の点から好ましい。

稠密化層は、歯の噛合いにおいて接触する歯面部分だけでなく、接触しない歯

10 底面や歯先面にまで伸長して設けると、振動の伝播により静音性を向上する効果が高まるので、有用である。この場合、歯面の稠密化層と歯底面及び歯先面の稠密化層との連続性が高い方が振動伝播が良好であり静音性を向上させる。従って、これらの稠密化層間の気孔率の差が小さく変化が急激でないことが望ましい。

歯底面や歯先面は、相手の歯車と直接接触しないので、転がり接触に対する疲労強度を付与するために深い稠密化層を設ける必要はない。しかし、歯底面は、

15 歯面が相手側歯車の歯と接触する際の応力を受けて引っ張り応力が集中する部分であるので、歯底面の表層部を稠密化することは引っ張り強さを向上する上でも有効である。これらの点から、歯底面については、気孔率が10%以下の稠密化層を10 μ m以上の厚さで設けるとよい。厚さが10 μ m未満であると、振動の

20 選択伝播効果及び引っ張り強さの向上効果が不十分となる。但し、厚さが300 μ mを越えても、それ以上の静音化効果は得られないので、最も有用性の高い稠密化の厚さの範囲は10 μ m以上300 μ m以下となる。

歯先面については、強度向上のための稠密化は必要ではない。しかし、ころがり接触している歯面の稠密化層をその背側に位置する歯面まで伸長し振動の伝達

経路を背側の稠密化層に連続させることは、静音化に有効である。従って、歯先の稠密化においても、稠密化層は、気孔率が10%以下であって厚さが表面から10 μ m以上300 μ m以下とするとよい。

5 歯車のコア部分（稠密化されない部分）と稠密化層との界面の形状は、応力作用や振動の伝播挙動に重要な影響を与える。具体的には、界面が不連続に（つまり角ばって）屈折したり凹凸が激しいと、その部分に応力が集中して材料疲労を生じ易い。従って、歯車のコア部分と稠密化層との界面は、連続的（つまり滑らかで角がない）であり実質的な断差又は凹凸が存在せず、稠密化層の厚さが局所的に急激に変化しないような形状であることが必要である。

10 稠密化層は、焼結工程によって得られる歯車形の焼結体に、サイジング、転造、押し出し加工等のような表面を押圧する加圧加工を施して表面を圧縮することによって形成することができ、加圧加工を複数の工程に分けて段階的に施したり複数種の加工を組み合わせる施してもよい。焼結体の形状は、加圧加工によって減少する加工代を最終の歯車の形状に見込んで決定する。1回の加圧加工によって
15 圧縮可能な加工代は加工条件、つまり、加工を施す素材、加工圧や加工温度によって異なるので、例えば転造による場合、形成する稠密化層の厚さ及び気孔率に応じて転造代、転造圧及び温度を調節することによって所望の稠密化層を1回の工程で設けることができる。

上記のような表面に稠密化層を有する歯車は、構造用焼結合金として従来より
20 使用されている比較的低グレードの焼結合金を適用することができる。その具体例としては、Fe-Cu-C系合金、Fe-Ni-Mo-C系合金等の鉄系焼結合金が挙げられ、全体密度が6.7~7.1g/cm³程度、気孔率10~15%程度の焼結体が歯車素材として適している。上記のような組成の合金粉末を常法に従って加圧圧縮して歯車形に成形した後に焼結し、歯車形の焼結体を歯車素材

として、前述の加圧加工を施して稠密化層を形成する。この後、必要に応じて熱処理を施してもよい。このようにして稠密化層を有する焼結歯車を製造することにより、従来の焼結合金歯車よりも強度及び静音性の向上した歯車を得られる。

図1は、本発明に係る焼結歯車の一実施形態を示す歯車の一部の径方向断面図である。歯車1の歯の表面に稠密化層11が形成されており、稠密化層11と歯車の内部13とを分ける界面12が形成される。歯面2、つまり歯末面3及び歯元面4では、稠密化層11の厚さ21が300～1000 μ m、この例では500 μ mとなるように加工されている。一方、歯底面5では、稠密化層11の厚さ22は10～300 μ m、この例では150 μ mである。歯車の内部13の気孔率は11～13%であり、稠密化層11の気孔率は0～10%となる。稠密化層11は、厚さが急激に変化せず界面12が滑らかに歯末面3側から歯底面5側へ連続するように形成されている。つまり、歯面3及び歯底面5の稠密化層の界面は連続し、実質的に段差がない。

図2(a)、(b)は、図1のような焼結歯車を製造する加工工程の一例を説明するための断面図である。図2(a)は、転造加工前の歯車素材Mの歯形プロフィール31を示し、図2(b)は、転造後の歯車1aの歯形プロフィール32を示す。図2(a)には、転造後の歯形プロフィール32を一点鎖線により併せて記載し、転造前後の歯形プロフィールの差が転造代である。転造加工前の歯車素材は、気孔率が10%を越えるが、転造加工により、図2(b)中の稠密化層11aの気孔率は10%以下となる。歯面の稠密化層と歯底面の稠密化層との接続部分Aでは、稠密化層11aの厚さが21aから22aに徐々に変化し、稠密化層11aの界面12aは、連続している(つまり滑らかで角がない)。従って、稠密化層の厚さが急激に変化することによる段差は界面12aに存在しない。

図3(a)、(b)は、同じ歯形プロフィール32の歯車を異なる歯形プロフ

ィール 3 1' の歯車素材 M' の転造加工により製造した場合を示す断面図で、図 3 (a) は、転造加工前の歯車素材 M' の歯形プロフィール 3 1' を示し、図 3 (b) は、転造後の歯車 1 b を示す。図 3 (a) に記載する転造後の歯形プロフィール 3 2 と転造前の歯形プロフィール 3 1' の差が転造代であり、転造代の厚さが急激に変化する部分では、転造後の歯車 1 b においても稠密化層 1 1 b の厚さが 2 2 b から 2 2 b に急激に変化し、歯面の稠密化層 2 1 b と歯底面の稠密化層 2 2 b との接続部分 B で界面 1 2 b に段差が生じる。稠密化層にかかる転がり接触時の応力は、接続部分 B の段差部分に集中し、段差部分の界面及びそれより内部における損傷を生じ易くなる。また、歯面で生じる転がり接触の振動については、稠密化層 1 1 b を伝播する際に、接続部 B の段差部分における界面 1 2 b で反射し、段差付近の急激な挟搾により歯底面の稠密化層へ伝播する割合が減少する。反射する振動波による干渉で、振動波のエネルギーが段差付近に集中する。

上記のように稠密化層を形成することにより、強度と静音性との優れた焼結歯車を得られるので、焼結合金の利点である軽量化を活かして全体密度が 6. 7 ~ 7. 1 g/cm³ 程度の焼結歯車を有効に利用することができる。

実施例

(実施例 1)

組成が質量比で Fe - 0. 5 % Ni - 0. 5 % Mo の鉄合金粉末 (粒度 : 80 メッシュ) に黒鉛粉末を添加して黒鉛粉末の割合が 0. 3 質量 % の混合粉末 (組成 : Fe - 0. 5 % Ni - 0. 5 % Mo - 0. 3 % C) を調製し、これを原料粉末として用いて以下の操作を行った。

[試料 1 A]

原料粉末を加圧圧縮してスプロケットホイール形状に成形し、1195℃で焼

結して歯車素材を得た。この歯車素材に転造加工を施した後に900℃で熱処理を施して、図1のような稠密化層を表面に有する試料1Aの焼結歯車を得た。尚、転造加工における転造代は、歯面において0.09mm、歯底面及び刃先面において0.02mmとし、転造圧は3tonとした。

- 5 試料1Aの焼結歯車を、JIS Z2501に規定される測定方法により全体密度を測定したところ、 7.0 g/cm^3 であった。又、焼結歯車の歯部の金属組織断面を倍率200倍で撮影した画像を画像解析ソフトを用いて解析することにより密度分布を決定し気孔率を算出したところ、稠密化層の気孔率（容積比）は最表面では2.5%、平均で5%であり、その内側のコア部分の気孔率は13%
10 であった。稠密化層の厚さは歯面において1000 μm 、歯底面及び刃先面において300 μm であり、稠密化層とコア部分との界面は段差がなく滑らかであった。

- 他方、試料1Aの焼結歯車をシャフトに固定し、歯車のスプロケットにチェーンを巻き掛けて、歯車の回転速度8000rpm、チェーン負荷29.4N・mの条件下でシャフトを回転し、100時間チェーン駆動させた。この間、歯車から1
15 00mm離れた位置にマイクロホンを固定し、騒音測定を行った。又、チェーン駆動終了後、歯車の摩耗量を測定した。騒音及び摩耗量の測定結果を表1に示す。

[試料1B]

- 原料粉末を温間成形によって試料1Aと同じスプロケットホイール形状に成形し、1195℃で焼結して歯車素材を得た。この歯車素材に900℃で熱処理を
20 施して試料1Bの焼結歯車を得た。

試料1Bの焼結歯車を、試料1Aと同じ測定方法により全体密度を測定したところ、 7.2 g/cm^3 であった。又、焼結歯車の歯部の金属組織断面の密度分布を試料1Aと同じ解析方法によって調べたところ、気孔率は平均で12%であった。

他方、試料 1 B の焼結歯車をシャフトに固定し、試料 1 A と同じ条件で 1 0 0 時間チェーン駆動させ、この間、歯車から 1 0 0 mm 離れた位置の騒音測定を試料 1 A と同様に行った。又、チェーン駆動終了後、歯車の摩耗量を測定した。騒音及び摩耗量の測定結果を表 1 に示す。

5 表 1

焼結歯車	摩耗量 (μm)	騒音 (dB)
試料 1 A	8	78
試料 1 B	60	80

- 10 表 1 から、試料 1 A の焼結歯車は、試料 1 B の焼結歯車より素材密度が低いにもかかわらず、耐摩耗性に優れると共に静音性にも優れることが明らかである。しかも、試料 1 A の歯車は安価に製造することができる。

(実施例 2)

- 15 実施例 1 と同じ原料粉末を用い、転造加工における転造代を 0. 0 2 ~ 0. 1 2 mm の範囲で適宜変更したこと以外は試料 1 A と同じ方法に従って成形、焼結、転造加工及び熱処理を行い、表 2 に示す厚さの稠密化層を歯面、歯底面及び歯先面に有する焼結歯車（試料 2 A ~ 2 F）を各々製造した。

- また、成形体のスプロケット形状が図 3 のように歯元に凹部を有すること以外は試料 2 B と同じ製造方法に従って成形、焼結、転造加工及び熱処理を行い、試料 2 B' の焼結歯車を製造した。

試料 2 A ~ 2 F の焼結歯車を、試料 1 A と同じ測定方法により全体密度を測定したところ、各々、7. 0 g/cm³であった。又、焼結歯車の歯部の金属組織断面から密度分布及び気孔率を試料 1 A と同じ解析方法によって調べたところ、いずれの試料も、稠密化層の気孔率は最表面で 2. 5 %、平均で 5 %であり、その

内側のコア部分の気孔率は13%であった。稠密化層とコア部分との界面は断差なく滑らかであった。又、試料2B'の焼結歯車の金属組織断面の解析により、稠密化層の界面は、歯面の稠密化層と歯底の稠密化層との接続部分において断差状になった。

- 5 試料2A～2F及び2B'の焼結歯車を各々、3球式ピッチング試験にかけて、歯面の面圧疲れ強さを測定した。又、歯車の歯末面にジグを当接して歯車の周方向に負荷を30Hzで繰り返し加えて歯元が破壊する時の繰り返し回数を測定し、負荷と破壊時の繰り返し回数との関係から 10^7 回で破壊しない最大荷重を求めることにより、歯元曲げ疲れ強さを測定した。測定結果を表2に示す。

10 表2

焼結歯車	稠密化層の厚さ (μm)	面圧疲れ強さ (MPa)	歯元曲げ疲れ強さ (MPa)
試料2A	100	2800	330
試料2B	300	3400	333
15 試料2C	500	3450	335
試料2D	750	3500	339
試料2E	1000	3550	341
試料2F	1500	3550	341
試料2B'	300	3400	290

20

表2から、面圧疲れ強さは稠密化層の厚さの増加によって向上し、特に300 μm 以上の厚さにおいて疲れ強さの向上が顕著であることがわかる。但し、厚さが1000 μm を越えると疲れ強さの向上は乏しくなる。以上の結果から、歯面の稠密化層の厚さが300～1000 μm の範囲において疲れ強さの向上効果が

効率的に得られることが確認される。又、稠密化層の界面が断差状になるとその部分における疲れ強さが低下することが明らかである。

(実施例 3)

実施例 1 と同じ原料粉末を用い、転造加工における歯底の転造代を 0 ～ 0. 0
5 6 mm の範囲で適宜変更したこと以外は試料 1 A と同じ方法に従って成形、焼結、
転造加工及び熱処理を行い、歯底面に有する稠密化層の厚さが表 3 のように異なる
焼結歯車（試料 3 A ～ 3 F）を各々製造した。

試料 3 A ～ 3 F の焼結歯車を、試料 1 A と同じ測定方法により全体密度を測定
したところ、各々、7. 0 g / cm³であった。又、焼結歯車の歯部の金属組織断
10 面の密度分布を試料 1 A と同じ解析方法によって調べたところ、いずれも、稠密
化層の気孔率は最表面で 2. 5 %、平均で 6 %で、その内側のコア部分の気孔率
は 1 3 %であった。稠密化層とコア部分との界面は段差がなく滑らかであった。

試料 3 A ～ 3 F の焼結歯車を各々、シャフトに固定し、試料 1 A と同じ条件で
1 0 0 時間チェーン駆動させ、この間、歯車から 1 0 0 mm 離れた位置の騒音測定
15 を試料 1 A と同様に行った。測定結果を表 3 に示す。

表 3

焼結歯車	稠密化層の厚さ (μm)	騒音 (dB)
試料 3 A	0	8 0
試料 3 B	5	8 0
20 試料 3 C	1 0	7 9
試料 3 D	1 5 0	7 8
試料 3 E	3 0 0	7 7
試料 3 F	4 0 0	7 7

表3から、歯底の稠密化層の厚さの増加により騒音レベルが低下し、特に10 μm 以上の厚さにおいて静音効果が顕著であることがわかる。又、稠密化層の界面に段差があると、静音効果が減少することがわかる。

5 産業上の利用可能性

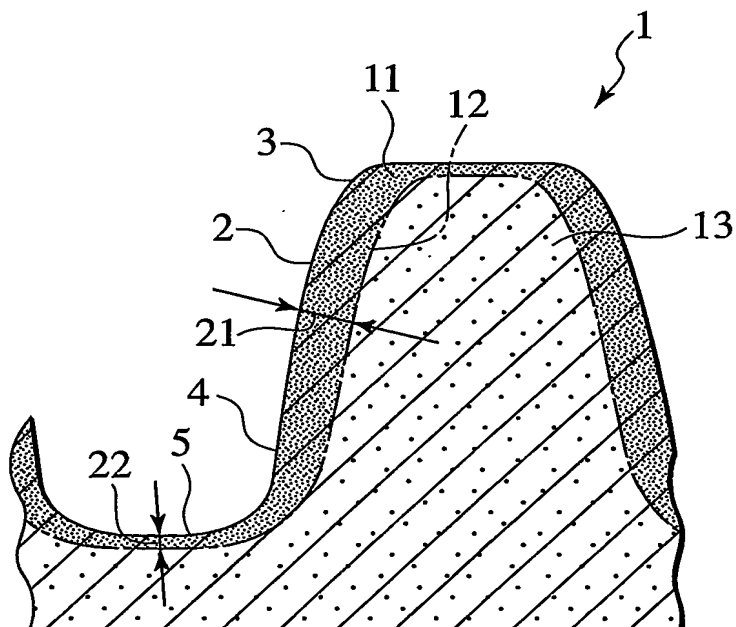
本発明によれば、安価なFe-Cu-C系合金やFe-Ni-Mo-C系合金等の粉末を用いて強度及び動作時の静音性に優れた焼結歯車を得ることができ、品質グレードが格別高い原料粉末を採用する必要がないので、焼結歯車の適用範囲が広がり、歯車を備えた装置の軽量化、製造コストの低減及び静音化を実現す

10 る手段として利用することができる。

請求の範囲

1. 金属マトリクスと気孔とを有する焼結合金からなる焼結歯車であって、
歯の歯面に $300 \sim 1000 \mu\text{m}$ の厚さで形成され気孔率を 10% 以下に低下さ
5 せた第1の稠密化層と、歯底面に $10 \sim 300 \mu\text{m}$ の厚さで形成され気孔率を 10% 以下に低下させた第2の稠密化層とを有し、前記第1の稠密化層の界面と前記第2の稠密化層の界面とは実質的に段差がないように連続している焼結歯車。
2. 更に、前記歯の歯先面に $10 \sim 300 \mu\text{m}$ の厚さで形成され前記焼結合金より気孔率を 10% 以下に低下させた第3の稠密化層を有し、前記第1の稠密
10 化層の界面と前記第3の稠密化層の界面とは実質的に段差がないように連続している請求の範囲1に記載の焼結歯車。
3. 前記焼結合金は、Fe-Cu-C合金、又は、Fe-Ni-Mo-C合金である請求の範囲1に記載の焼結歯車。
4. 前記焼結合金の組成は、質量比でFe-0.5%Ni-0.5%Mo-
15 0.3%Cである請求の範囲1に記載の焼結歯車。
5. 全体密度が $6.7 \sim 7.1 \text{ g/cm}^3$ である請求の範囲1に記載の焼結歯車。
6. 凸歯同士の噛み合いによる動力伝達に用いられる請求の範囲1に記載の焼結歯車。
- 20 7. チェーンへ動力伝達するスプロケットホイールとして用いられる請求の範囲1に記載の焼結歯車。
8. 前記焼結合金と前記第1及び第2の稠密化層の最表面との気孔率の差は 7% 以上である請求の範囲1に記載の焼結歯車。

FIG.1



2/3

FIG.2

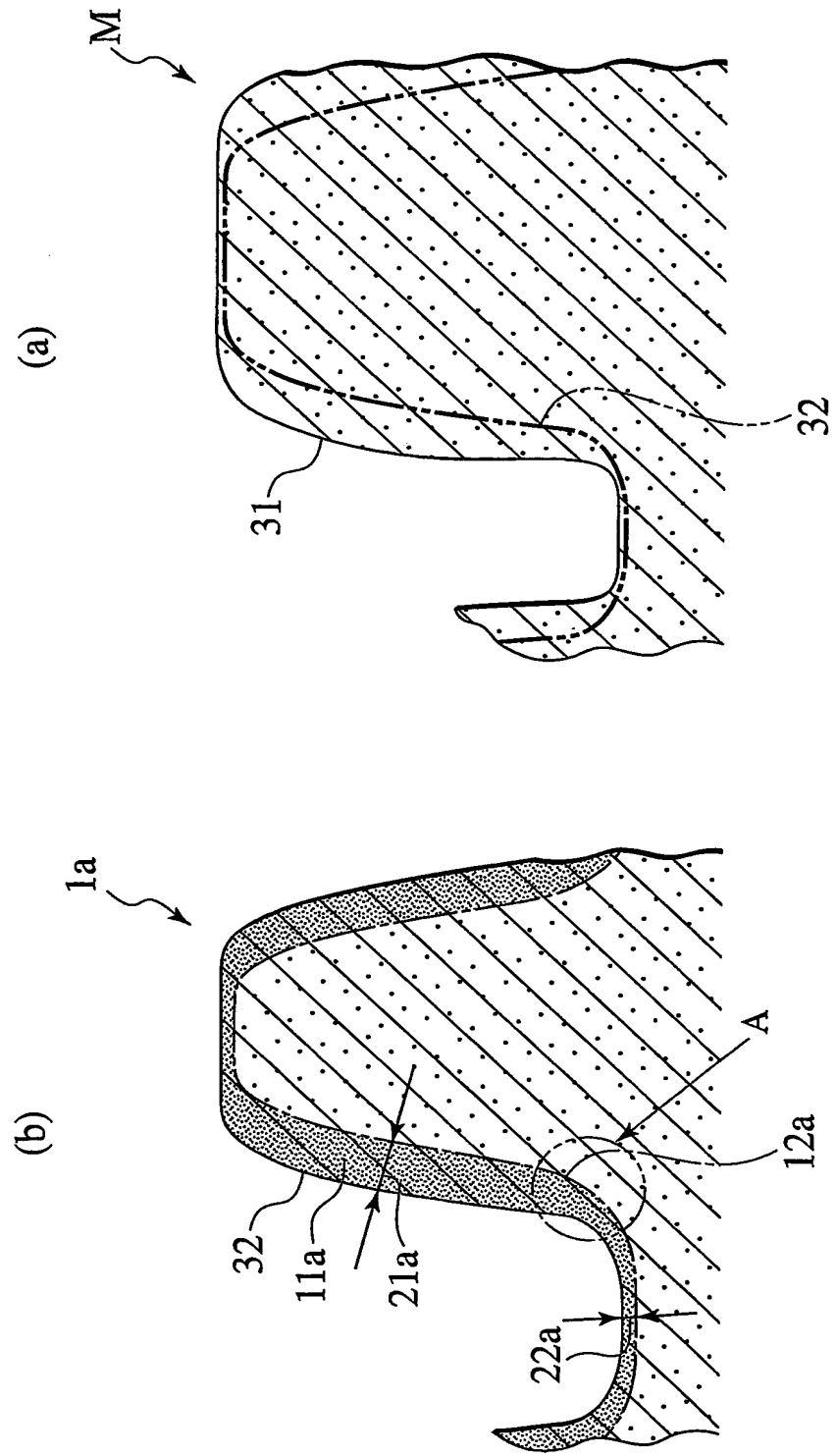
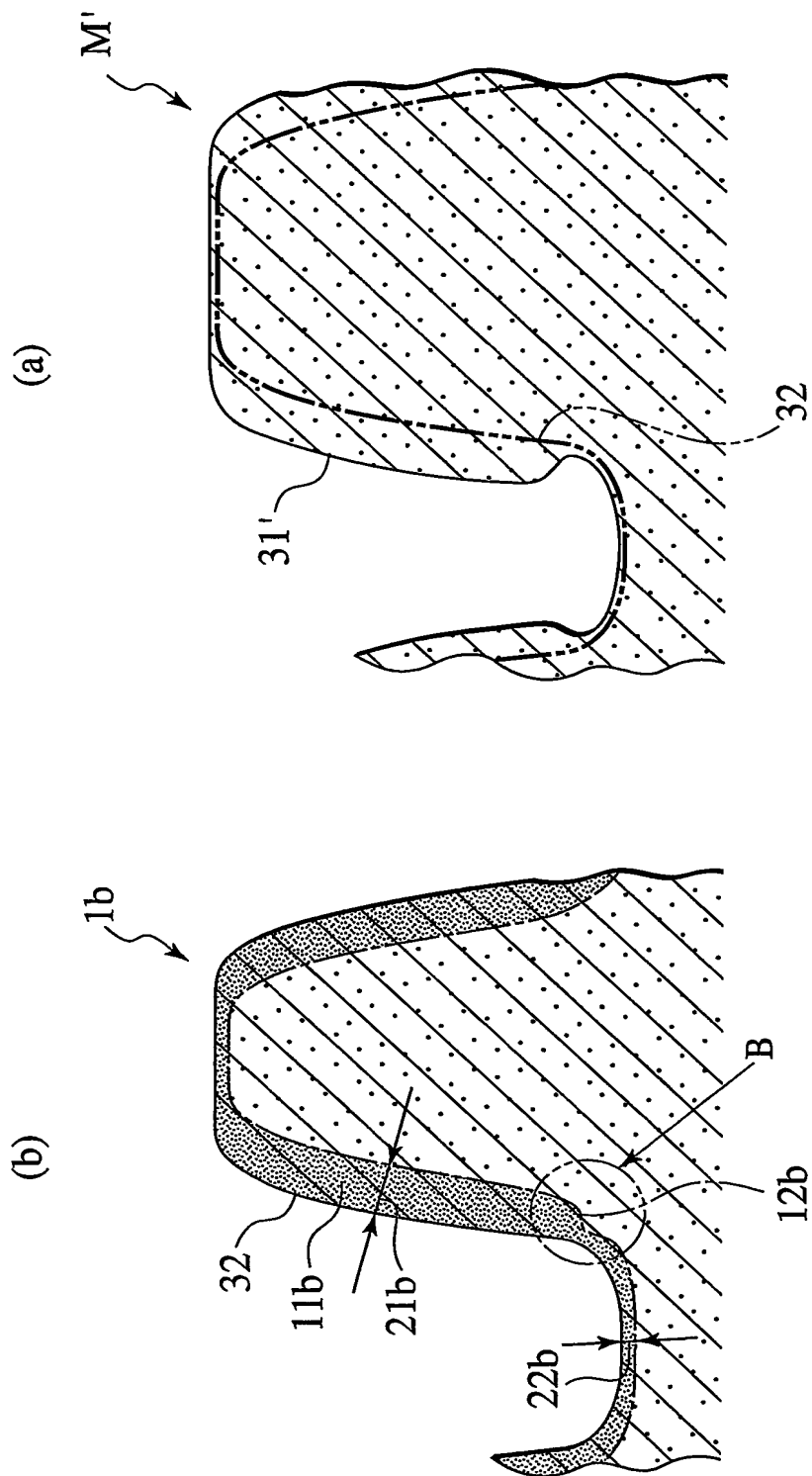


FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B22F5/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B22F5/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5711187 A (Formflo Ltd.), 27 January, 1998 (27.01.98), & JP 06-501988 A	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 November, 2003 (17.11.03)Date of mailing of the international search report
02 December, 2003 (02.12.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B22F5/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B22F5/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	次頁参照	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.11.03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山本 一正



4 K

7 4 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 6729

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5 7 1 1 1 8 7 A (Formflo Ltd.,) 1 9 9 8 . 0 1 . 2 7 & J P 0 6 - 5 0 1 9 8 8 A	1 - 8